

Circuit, audio system and method for processing signals and harmonics generator

Publication number: CN1193450

Publication date: 1998-09-16

Inventor: ARTS R M (NL); STRATEMANS S P (NL)

Applicant: PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)

Classification:

- international: **H04R3/04; H04R3/00; H04R3/04; H04R3/00; (IPC1-7):**
H04R3/04

- European: H04R3/00

Application number: CN19971090494 19970505

Priority number(s): EP19960201263 19960508

Also published as:



WO9742789 (A

US6111960 (A1

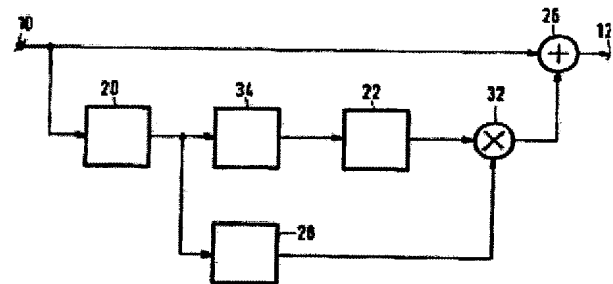
CN1149897C ((

Report a data error here

Abstract not available for CN1193450

Abstract of corresponding document: **WO9742789**

A circuit, audio system and method are presented for processing an audio signal, in which a frequency band is selected, harmonics are generated from the selected signal by a harmonics generator, wherein the harmonics are scaled by a level detected in at least a part of the spectrum of the audio signal related to the selected frequency band. Furthermore, a harmonic generator is presented for generating arbitrary harmonics of an input signal.

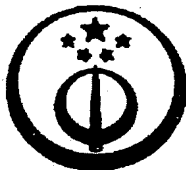


Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

[19]中华人民共和国专利局

[51]Int.Cl⁶

H04R 3/04
// H04R3/00



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 97190494.4

[43]公开日 1998年9月16日

[11] 公开号 CN 1193450A

[22]申请日 97.5.5

[30]优先权

[32]96.5.8 [33]EP[31]96201263.9

[86]国际申请 PCT/IB97/00487 97.5.5

[87]国际公布 WO97/42789 英 97.11.13

[85]进入国家阶段日期 98.1.7

[71]申请人 飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72]发明人 R·M·阿尔特斯

S·P·斯特瑞特曼斯

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

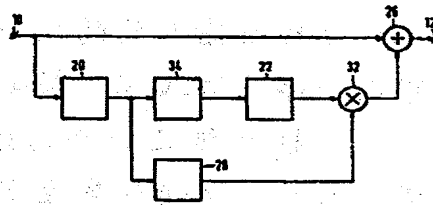
代理人 王 勇 傅 康

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 用以处理信号的电路、音频系统和方法，
和一种谐波发生器

[57]摘要

提出一种用于处理音频信号的电路，音频系统和方法，在此音频信号中选定一个频带，由谐波发生器利用所选信号产生谐波，其中，这些谐波由对与所选频带相关的音频信号频谱的至少一部分进行检测所得的电平来比例换算。而且，提出一种用于产生输入信号任意谐波的谐波发生器。



(BJ)第 1456 号

权 利 要 求 书

1. 用于处理声频信号的一种电路, 包含:

- 接收声频信号的输入端和提供输出信号的输出端,
- 连接至输入端用于选定声频信号频带的选频器,
- 5 - 连至选频器用于产生选定信号之谐波的谐波发生器,
- 与输入端和谐波发生器相连为输出端提供输入信号与所产生谐波的和信号的加法器,

其特征在于该电路还包括:

- 用于检测包含选定频带之声频信号频谱至少一部分的电平的检测器,
- 10 - 用以根据上述电平对所产生的谐波进行比例换算的比例换算器。

2. 权利要求 1 中的电路, 其中选频器具有低通传递函数, 其特征在于输入端通过一个具有高通传递函数的滤波器连至加法器, 该滤波器选通频率高于由选频器选通之频率。

15 3. 权利要求 1 或 2 中的电路, 其特征在于检测器的输入端连至选频器的输出端。

4. 权利要求 3 中电路, 其特征在于该电路包含至少又一个信号处理级, 连在输入端和加法器另一输入端之间, 该又一个信号处理级包括:

20 - 连接至输入端的又一个选频器, 具有选通与选频器选通信号频带相邻之一部分输入信号频带的选频特性,

- 连接至该又一个选频器上用以生成由该又一个选频器选定信号之谐波的又一个谐波发生器,

- 连接至该又一个选频器上用以检测由该又一个选频器选定信号电平的又一个检测器,

25 - 用于比例换算由该又一个谐波发生器根据上述电平所产生的谐波的又一个比例换算器。

5. 权利要求 1, 2, 3 或 4 中的电路, 其特征在于谐波发生器包含多个级联乘法器, 每个乘法器有两个输入端和一个输出端, 级联中的第一个乘法器的两个输入端都与谐波发生器的输入端相连, 其余乘法器的另一输入端也连至谐波发生器的输入端上, 每个乘法器的输出端分别通过一个因子连至加法器的一个输入端, 谐波发生器的输入端也通过一个

30

因子与加法器的一输入端相连，加法器还接收一个恒定值，此加法器的输出提供所产生的谐波。

6. 权利要求 1, 2, 3 或 4 中的电路，其特征在于谐波发生器包含过零检测器和基于检测到的过零情况而生成波形的波形发生器，所产生的
5 的波形幅度由检测器提供的电平控制。

7. 权利要求 6 中的电路，其特征在于波形发生器包含由检测器提供的电平来控制的电流源，电容和依据检测到的过零信号而对此电容进行充放电的装置。

8. 一种声频系统，其特征在于该系统包含权利要求 1, 2, 3, 4,
10 5, 6 或 7 中的某个电路。

9. 权利要求 8 中的声频系统包括至少一个具有高通特性的扬声器，其特征在于选频器的选通频带与扬声器的高通特性无交叠。

10. 一种处理声频信号的方法，包括如下步骤：

- 选定该声频信号的频带，
 - 生成选定信号的谐波，
 - 提供该声频信号和所产生谐波的和信号，其特征在于此方法还包括依据含有所选频带之声频信号至少一部分的频谱电平来比例换算所产生的谐波的比例换算步骤。
- 15

11. 用于产生输入信号谐波的一种谐波发生器，包含多个级联乘法器，每个乘法器有两个输入端和一个输出端，级联中的第一个乘法器的两个输入端都与谐波发生器的输入端相连，其余乘法器的另一输入端也连至谐波发生器的输入端上，每个乘法器的输出端分别通过一个因子连至另一加法器的一个输入端，谐波发生器的输入端也通过一个因子与加法器的一输入端相连，加法器还接受一个定值，此加法器的输出即为所
20 产生谐波。

12. 用于产生输入信号谐波的一种谐波发生器，包含用于检测提供给谐波发生器的输入信号中的过零情况的过零检测器和基于检测到的过零情况生成波形的波形发生器，所产生的波形的幅度由输入信号的电平控制。

13. 权利要求 12 中的谐波发生器，其特征在于波形发生器包含由检测器所提供的电平来控制的电流源，电容和依据所检测的过零情况而对此电容进行充放电的装置。

30

说明书

用以处理信号的电路，声频系统和
方法，和一种谐波发生器

- 5 本发明涉及到一种处理声频信号的电路，包括：
- 接收音频信号的输入端和提供输出信号的输出端，
 - 连接至输入端用以选择声频信号频带的选频器，
 - 与选频器连接用于产生选定信号谐波的谐波发生器，
 - 与输入端和谐波发生器相连为输出端提供输入信号与所产生的
- 10 谐波信号之和的加法器。

本发明也涉及到包含这种电路的一种声频还原系统。

本发明还涉及到一种处理声频信号的方法，此方法包括以下步骤：

- 选定此声频信号的频带，
- 15 - 生成此所选信号之谐波，
- 提供此声频信号与所产生谐波的和。

序言中所提及电路可从 EP - A 546 619 中获得。在这种已知的电路中输入信号的低频段被选定并被提供给谐波发生器以产生该所选信号的谐波。用这种方法使声频信号的低频感知效果得以改善。在此已

20 知电路中一个全波整流器被用作谐波发生器。全波整流器的一个缺点是它只能产生偶次谐波。

本发明的一个目的就是为处理声频信号提供一种电路，其中任何非线性器件都可以用作谐波发生器，用来产生所需谐波的任意组合。

按照本发明的电路，其特征在于该电路还包括：

- 25 - 用以检测包含选定频带之声频信号频谱的至少一部分电平的检测器，
- 根据上述电平对所产生的谐波进行比例换算的比例换算器。

本发明是基于这样一种认识，在现有技术中全波整流器只能产生与基波有固定振幅比例关系的偶次谐波。用本发明的办法，任何非线性

30 器件都可以用作为谐波发生器，因此可以自由地生成奇次和偶次谐波的任意组合且与基波的振幅比例关系亦可自由设定。然而，任何任意谐波

发生器的使用会导致与高输入电平相比在低输入信号处产生不同的低频感知。这是由于在非线性器件，如二极管中，所产生谐波的振幅与基波振幅的比例关系是非线性的，而由全波整流器所产生谐波的振幅与基波振幅则成线性关系。使用本发明所述方法可以适当地比例换算所产生
5 谐波，因而允许自由选择任何非线性器件作为谐波发生器，而使其低频感知不依赖于电平大小。

按照本发明的电路的一种实施方案的特征在于输入端通过一个滤波器接至加法器上，此滤波器具有高通转移函数用以选通高于由选频器选通之频率的频率。通过这种办法，提供给加法器的信号的频率范围没有产生交叠，因而避免了由于频率范围交叠而对这些频率产生额外和异常
10 的增强。

按照本发明的电路的一种实施方案的特征在于检测器的输入被连接至选频器的输出。通过这种办法所产生谐波的振幅直接与谐波发生器输入信号的振幅有关。另外，在这种方法中，选频器有两种用途，既用作电平的检测又为谐波发生器选通信号。这样设计的电路更经济。
15

按照本发明的电路的一种实施方案的特征在于该电路包括至少又一个信号处理级，连接于输入端和加法器的另一输入端之间，此又一个信号处理级包括：

- 与输入端相连的又一个选频器，具有选通与选频器所选信号频率
20 相邻的输入信号一部分频带的选频特性，

- 连接至此又一个选频器上用以产生由此又一个选频器所选信号之谐波的又一个谐波发生器，

- 接至此又一个选频器上用以检测此又一个选频器所选信号电平的又一个检测器，

25 - 用以依据上述电平对此又一个谐波发生器所产生谐波进行比例换算的又一个比例换算器。

通过提供两个（或更多）用来产生谐波的并行通路，可以削弱交互调制效应。如果两个或更多的强低频信号被同时加到谐波发生器的输入端就会产生这种交互调制效应。通过使用多个具有相邻通带且通带足够
30 窄的选频器和多个谐波发生器，两个强低频信号同时出现在一个谐波发生器输入端的几率基本上减小了。通过给每个单独信号通路都提供了单独的检测器，每个通路中所产生谐波的振幅只与产生此谐波的信号成分

有关。这样会使声音更为自然。

按照本发明的电路的一种实施方案的特征在于谐波发生器包含多个级联乘法器，每个乘法器有两个输入端和一个输出端，级联中的第一个乘法器的两个输入端都与谐波发生器的输入端相连，其余乘法器的另一输入端也连至谐波发生器的输入端上，每个乘法器的输出端分别通过一个因子连至另一加法器的一个相应输入端，谐波发生器的输入端也通过一个因子与加法器的一输入端相连，加法器还接受一个定值，此加法器的输出即为所产生的谐波。

用这种办法制成了一种灵活的谐波发生器。通过改变乘法器的数量和因子值，可生成具有自由决定振幅的任意数量的谐波。

本发明所述电路的一种实施方案的特征在于谐波发生器包含过零检测器和根据检测到的过零信号而生成波形的波形发生器，所产生的波形的幅度由检测器提供之电平控制。

通过将谐波发生器分解为过零检测器和波形发生器，就可以基于所检测到的过零信号产生具有固定振幅的谐波。通过选用适当的波形可以调节谐波的数量和振幅。通过控制检测到的电平的振幅，所产生的谐波被调整为声频信号。

本发明所述电路的一种实施方案的特征在于波形发生器包含由检测器所提供的电平来控制的电流源，电容和依据所检测过零信号而对此电容进行充放电的装置。

这是用于本发明的一种波形发生器的简单而有利的实施方案。

根据本发明至少包含一个扬声器的声频系统的实施方案，其特征在于选频器所选频带与扬声器的高通特性无交叠。

用这种办法，该电路就可以对扬声器的低频缺陷进行补偿，因为该电路只处理那些扬声器不能充分再现的频率成分。

按照本发明的方法的特征在于此方法还包括依据包含选定频带之声频信号至少一部分频谱的电平对所产生的谐波进行比例换算的步骤。

本发明也提供一种用于产生输入信号谐波的谐波发生器，该谐波发生器包含多个级联乘法器，每个乘法器有两个输入端和一个输出端，级联中的第一个乘法器的两个输入端都与谐波发生器的输入端相连，其余乘法器的另一输入端也连至谐波发生器的输入端上，每个乘法器的输出

端分别通过一个因子连至另一加法器的一个输入端，谐波发生器的输入端也通过一个因子与加法器的一输入端相连，加法器还接受一个定值，此加法器的输出即为所产生谐波。通过选择适当数量的乘法器和适当的因子值，可以产生具有独自可选振幅且数目任意的谐波。

- 5 本发明还提供一种用于产生输入信号谐波的谐波发生器，它包含过零检测器，用以检测提供给该谐波发生器的输入信号中的过零信号，和波形发生器，用以根据检测到的过零信号来生成某种波形，所产生的波形之振幅由上述输入信号的电平来控制。

- 10 这是谐波发生器的一种简单的实现方案。通过依据所检测过零信号生成一种波形，就产生了具有稳定振幅的谐波。通过依据输入信号电平控制谐波振幅，可以按比例换算所产生的谐波。这样所产生谐波的振幅就可以与输入信号的电平成比例关系。通过选择适当的波形（方波/锯齿波/三角波等）来产生所需谐波。

- 15 谐波发生器的一种实施方案的特征在于波形发生器包含由检测器所提供的电平来控制的电流源，电容和依据检测到的过零信号而对此电容进行充放电的装置。

这提供了一种根据检测到的过零信号生成所需波形的简单办法。这些谐波发生器也可以用于已知电路中甚或从这种或前面所述电路中拿出单独使用。

- 20 本发明的上述目标和特性参考附图通过下面对优选实施方案的描述将更加清晰，其中：

图 1 示出了一种用于改善低频感知效果的已知电路，

图 2 示出了对应于本发明的第一种电路的方框图，

图 3 示出了用于本发明的谐波发生器的一种实施方案，

- 25 图 4 示出了对应于本发明的第二种电路的方框图，

图 5 示出了对应于本发明的第三种电路的方框图，

图 6 示出了用于图 5 电路中波形发生器的第一种实施方案，

图 7 示出了用于图 5 电路中波形发生器的第二种实施方案，

- 30 图 8 给出几种不同的基于应用于本发明中过零检测器正弦输入信号而生成之定形波形 a ~ h 的图示，

图 9 示出了对应于本发明的第四种电路的方框图，

图 10 给出对应本发明的一种声频系统的图示。

在这些图中，相同的部分给出了相同的标号。

图 1 示出了一种用于改善低频感知效果的已知电路。该电路包含一个输入端 10 用于接收声频信号和一个输出端 12 用于提供输出信号。
5 该电路还包含与输入端 10 相连的选频器 20，连接到选频器 20 上的谐波发生器 22，连至谐波发生器 22 上的带通滤波器 24，和既与输入端 10 相连也与带通滤波器 24 相连的加法器 26，此加法器给输出端 12 提供声频信号与带通滤波器 24 输出信号的和信号。在 EP - A 546 619 中，选频器 20 是低通滤波器，但它也可以是带通滤波器用来选通输入声频
10 信号的一部分频谱。带通滤波器 24 用于削弱任何多余的高、低频成分，但它对本电路却并不是必需的。一个全波整流器用作谐波发生器 22 来生成提供给它的输入信号的谐波。通过在输入声频信号中加入这些谐波，使此声频信号具有了更多的低频内容，这就改善了低频感知效果。用于 EP - A 546 619 中的谐波发生器 22 只能产生偶次谐波。可以用另
15 外的非线性器件来代替此全波整流器，非线性器件也可产生非偶次谐波。如二极管就显示了这种非线性特性。但是所增加的低频内容的效果却依赖于输入声频信号的电平。

图 2 示出了按照本发明的第一种电路的方框图。与图 1 比较有如下变化：

- 20 - 带通滤波器 24 被去掉了，
- 加入了检测器 28，其输入与选频器 20 的输出相连，
- 除法器 30 被插入到选频器 20 和谐波发生器 22 之间，其一个输入端与选频器 20 的输出相连，另一个输入端与检测器 28 的输出相连，输出接到谐波发生器 22 上，
- 25 - 乘法器 32 被插入到谐波发生器 22 和加法器 26 之间，其一个输入端与谐波发生器 22 的输出相连，另一个输入端与检测器 28 的输出相连，输出连到加法器 26 上。

检测器 28 是一种电平检测器，用于检测与选频器 20 所选频带有关或更确切地说是包含此频带的声频信号频谱至少一部分的电平。此被
30 测电平可以是振幅电平，功率电平，峰值电平，平均电平等等。除法器 30 与乘法器 32 组成比例器用依据检测到的电平对所产生的谐波进行比例换算，该检测到的电平由检测器 28 提供。由于包含了按照本发明的

检测器和比例换算器，前面提到的低频效果的电平相关性基本上被消除了。在本发明中这种电平相关性被认为是由于谐波发生器 22 的非线性特性造成的。例如，如果谐波发生器生成它的输入信号的二次和三次谐波，这也就意味着该二次谐波振幅将依赖于输入信号的第二级功率幅度。对于三次谐波这种相关性依赖于第三级功率。这意味着二次谐波和三次谐波的振幅比例关系不是恒定的，而是输入信号振幅的函数。因此在低信号电平和高信号电平时所产生的谐波振幅与基波振幅间比例关系是不同的。这解释了低频效果依赖于输入信号振幅的事实。在图 2 所示电路中，首先谐波发生器 22 的输入信号被规一化，即使之基本上与振幅无关。这由除法器 30 来完成，通过由检测器 28 提供的检测到的电平除选频器 20 的输出信号。这样，谐波发生器 22 的输入信号被规一化，即基本上与电平无关。这就使所产生谐波振幅基本上总是保持一个恒定的比例。在乘法器 32 中，由谐波发生器 22 提供的谐波乘以由检测器 28 再次提供的检测电平。通过使所产生谐波再次与输入信号振幅相关，所产生谐波就与所处理之声频信号具有了合适的振幅关系。最好将提供给谐波发生器 22 的输入信号的电平用于该比例换算过程。然而，只要谐波是根据直接与该声频信号有关，或至少包含一部分该声频信号的电平而进行比例换算的，这就不是必需的。这就是说检测器 28 的输入端也可与输入端 10 相连，而不与选频器 20 的输出相连。用本发明的办法，可使用具有所需非线性特性的任何非线性器件来作为谐波发生器，因为这些谐波的振幅比例关系基本上总是与输入信号电平无关。这就可以根据所需效果自由地选取谐波发生器 22，该谐波发生器可生成任何所需谐波（奇和/或偶次）及其合适的振幅，而既不再受低频感知的电平相关性也不再受所产生谐波的有限选择度（象全波整流器所产生谐波）的限制。

图 3 示出了用于本发明的谐波发生器的一种实施方案。谐波发生器 22 包含一个输入端 210，一个输出端 211，因子 221 - 225，多元级联乘法器 201 - 203，每个乘法器有两个输入和一个输出，和加法器 204。每个乘法器的一个输入端都与谐波发生器 22 的输入端 210 相连。乘法器 201 的另一输入端也与输入端 210 相连。乘法器 202 与 203 的另一输入端分别与乘法器 201 与 202 的输出相连。乘法器 203 - 201 的输出分别通过因子 221 - 223 连至加法器 204 上。输入端 210 也通过因子

224 与加法器 204 连上。另外，恒定值“1”也通过因子 225 接至加法器 204。选定 C5 的值以不让加法器 204 的输出结果中出现直流成分。因子 221 ~ 225 将其各自的值 C1 ~ C5 乘到各自的输入信号上。通过将因子值 C1 ~ C5 设定为适当的值，相应地可生成一次到三次谐波的任意组合。如果需要更多或更少次谐波，可增加或减少乘法器和因子的数量。通过使因子 C1 ~ C5 可调，可使所产生谐波之数量和幅度适于获得所需低频效果或适于接入电路中的扬声器低频效果不好的情况。所示谐波发生器允许自由选择所产生谐波的数量和幅度。

图 4 示出了对应于本发明电路的第二种实施方案。与图 2 相比，除法器 30 在功效和目的上都被一个自动增益控制电路 34 所取代，此控制电路用于规一化谐波发生器 22 的输入信号，而检测器 28 的输出也只与乘法器 32 的一输入端相连。自动增益控制电路为通用电路，在此不必赘述。

图 5 示出了对应于本发明电路的第三种实施方案。图 5 电路包括连接到输入端 10 的选频器 20，与选频器 20 相连的谐波发生器 22，与选频器 20 相连的检测器 28，与输入端 10 和谐波发生器 22 相连为输出端 12 提供和信号的加法器 26。谐波发生器包含一个过零检测器 240 用于检测由选频器 20 所提供信号中的过零情况，和一个波形发生器 241 用于根据检测到的过零信号产生波形，该波形振幅与由检测器 28 所提供的检测到的电平有关。更确切地说，波形振幅与检测到的电平成比例。基于这种目的，定形信号发生器 241 既与过零检测器 240 也与检测器 28 相连。通过根据所检测的过零信号生成一种波形，可以生成预先决定且相互间具有恒定振幅关系的谐波。通过选定适当的波形可以选择某次谐波是否生成，甚至具有哪种振幅关系。例如，方波信号只包含具有预定幅度的奇次谐波，三角波信号包含具有不同幅度的奇次谐波。而锯齿波信号既包含奇次谐波也包含偶次谐波。根据检测到的电平比例换算所生成之波形信号，所产生谐波就与声频信号相匹配。任何传统的过零检测器都可以用作过零检测器 240，如限幅器等。在采用限幅器的情况下，其输出信号是一周期内有两个过零点的方波。这种输出信号其本身即可用作谐波发生器 22 的输出信号，而不必再通过波形发生器 241。在这种情况下，块 241 可由一简单乘法器替代以使过零检测器 240 输出信号的振幅与检测到的电平相适合。

图 6 示出了用于图 5 电路中波形发生器的第一种实施方案。该波形发生器包含串联设置的电阻 401, PNP 型晶体管 402 的主电流通路, 开关晶体管 403 和电容 404。另一个开关晶体管 405 与电容 404 并联。晶体管 402 由连至其基极的电压源 406 加以偏压。晶体管 403 和 405 起
5 开关作用, 分别由信号 CH 和 RST 启动。电压源的电压值是 $V_b + V_x$, 其中 V_b 是偏压值, V_x 是与由检测器 28 检测到的电平有关的电压值。电阻 401, 晶体管 402 和电压源 406 组成一个电流源, 通过 402 的主电流通路提供与检测到的电平成比例关系的电流。当晶体管 403 由充电信号 CH 开启时, 由晶体管 402 提供之电流给电容 404 充电。当晶体管 403
10 截止时, 电容 404 的充电过程结束。通过用复位信号 RST 来导通晶体管 405, 电容 404 被立即放电。CH 信号和 RST 信号由过零检测器 240 发出。电容器两端电压信号具有某种波形, 包含过零检测器 240 输入信号的谐波, 且其振幅与检测到的电平有关。在图 8 的讨论中, 将联系所产生波形的形状更详细地介绍信号 CH 和 RST 和电压值 V_x 。

15 图 7 示出了用于图 5 电路中波形发生器的第二种实施方案。此波形发生器则包含运算放大器 414, 其正输入端接地。电阻 412, 电容 413 和开关晶体管 415 相互并联, 运放 414 的负输入端通过此并联电路连至其输出端。电压源 409 通过由开关晶体管 410 和电阻 411 组成的串联电路连至运放 414 的负输入端。开关晶体管 410 接收充电信号 CH 而开关
20 晶体管 415 接收复位信号 RST。电压源 409 具有电压值 V_x 。用充电信号 CH 使晶体管 410 开启时, 电容器 413 被用与检测到的电平成比例的电流充电, 而如果晶体管 415 导通, 电容器 413 则被立即放电。图 7 电路运作方式与图 6 电路相似, 只是所产生谐波由运算放大器提供, 该谐波振幅与检测到的电平有关。

25 图 8 给出几种不同的基于应用于本发明中过零检测器正弦输入信号而生成之波形 a - h 的图示。在这些图例中, 实线代表正弦输入信号, 虚线代表由波形发生器 241 产生的各种形式的波形。 $t_0 - t_4$ 是输入信号通过零点的时刻。概括地说, 不同波形的产生依赖于:

- 用复位信号 RST 对电容电压复位的不同时刻,
- 30 - 用充电信号 CH 对电容充电的不同时刻,
- 与电压值 V_x 相关的电流幅度: 例如可以选定与输入信号 (在这种情况下, 检测器 28 的输入与输出信号只是幅度不同) 成比例关系的

电压 V_x ，提供给过零检测器，或选择与该输入信号的绝对值（此时检测器 28 包含一个整流器）成比例的 V_x 值。也可以选择与其它变量成比例关系的 V_x 值。

为产生图 8 中波形 a ~ h，CH 信号可以持续作用。这意味着在此情况下晶体管 403 和 410 可以用短路来替代。对图 8 中的波形 a 和 b，分别于每第二个（ t_2 ， t_4 ）和每第四个（ t_4 ）过零点处产生一个复位脉冲 RST。对图 8e 在每个过零点都会产生一个复位脉冲。这种复位脉冲 RST 只是一个短脉冲，在输入信号通过零点时产生。图 8 中波形 c，d 和 f 不需要复位信号。这时晶体管 405 和 415 可以去掉。对波形 h 每隔一个过零点产生一个复位脉冲，此时，或者复位脉冲 RST 持续到下一过零点或者是充电信号 CH 在每第二个过零点到下一个过零点间失效，或两者都有。在后一种情况中，充电信号 CH 是复位信号 RST 的逆信号。对波形 a，b，f，g 和 h 而言电压值 V_x 是提供给过零检测器 240 的输入信号之绝对值的函数。对波形 c，d 和 e 电压 V_x 与输入信号的值成比例，包括正负号。波形 e 与 c 的区别在于对波形 c 没有复位信号，而对于波形 e 则在每个过零点（ $t_0 \sim t_4$ ）上都有一个复位信号。对波形 h， V_x 是输入信号值还是它绝对值的函数无关紧要，因为电容器的充电过程只发生于输入信号相同相位之时。图 8 中波形 d 可通过下述方法从图 8 中波形 c 派生出来。波形 c 通过测量电容两端电压得到，然后此测量值接受输入信号的正负号。这可通过将表示输入信号正负号的信号乘以上述测量值来完成。这种带符号的信号能直接从非反限幅器的输出获得，非反限幅器可用来作为过零检测器 240。为产生波形 f，对电容的充电电流要在每第二个过零点反向。不需要复位信号 RST。用于指示充电电流方向的信号可通过对表示输入信号正负号的信号（如前所述）除以因子 2 来获得。至于前面所述用于复位的脉冲信号 RST 的生成方法，技术人员都很清楚，不须赘述。图 8 中波形 a ~ h 只是为了便于说明而不限无此。

图 9 给出了对应于本发明电路的第四种实施方案的图示。该电路包含与输入端 10 相连的高通滤波器 21，多个与输入端 10 相连的带通滤波器 20A ~ 20N，多个分别连至带通滤波器 20A ~ 20N 的功能块 23A ~ 23N，多个另外的带通滤波器 24A ~ 24N 分别与块 23A ~ 23N 相连，所述另外的带通滤波器 24A ~ 24N 的输出和高通滤波器 21 的输

出都连到加法器 26 上。功能块 23A ~ 23N 每个都包含比例换算器和谐波发生器。例如，这样的—个块可以包含图 5 所示的块 22 和 28，或包含图 2 所示的块 30，22，32 和 28，甚或包含图 4 所示块 34，22，32，和 28。带通滤波器 20A ~ 20N 最好具有相互邻接的带通特性。比如，带通滤波器 20A 可以选通 20 ~ 30Hz 的频率信号，带通滤波器 20B 可选通 30 ~ 40Hz 间频率信号，等等。用此方法对由每个带通滤波器 20A ~ 20N 所选的每一小频带，相应地产生谐波信号。分解为小频带的优点是，在生成谐波信号时会产生较小的交调失真。如不进行这样的分解，就可能在谐波发生器的输入端出现不止一个的强低频成分。谐波发生器 22 不但会生成这些低频成分的谐波信号，还会生成混合信号谐波，其中这些强低频成分相互混杂。由这些混合产物所产生的谐波在原始声频信号中不存在，可被认为是失真。而将频谱分成小带，再为每个小带分别配置谐波发生器就基本上避免了这种交调效应的发生。因此，组合的带通滤波器 20A ~ 20N 选通声频信号频谱的低通部分。高通滤波器 21 则最好选通该声频信号频谱的高段，此高段不由带通滤波器 20A ~ 20N 选通。在此方法中，高通滤波器 21 与多元带通滤波器组 20A ~ 20N 的选通频带间无交叠，因而避免了在输出端 12 上输出的信号中这些低频成分的过增强。另外的带通滤波器 24A ~ 24N 在功能上与图 1 所示带通滤波器 24 相似。滤波器 24A ~ 24N 中任一个的带通特性都和滤波器 20A ~ 20N 中与其关联的那个的带通特性相一致。比如，滤波器 20A 在 20 ~ 30Hz 具有带通特性范围，那么滤波器 24A 带通特性范围在 20 ~ 120Hz。这样最好滤波器 24A 的高端截止频率几倍于滤波器 20A 的高端截止频率。对于低端截止频率也一样。并不是必须要求滤波器 24A ~ 24N 与滤波器 20A ~ 20N 的低端截止频率相等。可以用一个检测器 28 依据同样的检测到的电平对块 23A ~ 23N 每个中的谐波比例换算。然而最好在每个块中单独用一个检测器。此实施方案提供了一种在声频信号中改善低频感知效果的方法。通过选通声频信号的频带，生成此所选信号的谐波并依据此声频信号至少一部分频谱的电平比例换算所产生的谐波，将声频信号与谐波信号的和作为输出信号，这种方法具有与前面所述本发明实施方案有关的关于本发明的所有优点。本发明特别适合于具有小扬声器的声频还原系统，如袖珍收音机，CD 唱机，盒式录音机，甚至电视机。通过加入按照本发明之电路，可改善低频感知效果。

图 10 给出对应本发明的一种声频系统的图示。该声频系统包含一个信号源 60 连接到用于改善低频感受的电路 61 上，电路 61 与放大器 62 相连，放大器 62 连至扬声器 63。信号源 60 可以从 CD，盒式磁带或接收到的信号或任何其它声频源来产生它的信号。电路 61 可以是图 2，4，5 或 9 中任意一个电路。若所用扬声器 63 显示高通特性，则应用本发明特别有效。这意味着扬声器 63 不能充分地再现低频成分。最好，电路 61 中选频器 20 的选通频带与扬声器 63 的高通特性无交叠。这样所产生谐波只是那些被扬声器 63 削弱的或甚至在扬声器 63 发出的声音信号中没有出现的频率成分。声频装置可以是袖珍收音机或 CD 唱机或任何带有低频再现受限扬声器的声频装置，甚至包括带有植入式扬声器的电视机或多媒体 PC 机或甚至电话机。如果需要，电路 61 和放大器 62 的顺序可颠倒。而且，该声频系统可以含有产生其它声音效果等的装置，这些装置与本发明无关且对本发明并不重要。

本发明绝不仅限于上面所给例子。比如，带通滤波器 24 可以直接放入图 2，4 和 5 所示电路中加法器 26 的前面，类似于图 1 中所示。而且，图 1，2，4 和 5 所示输入端 10 与加法器 26 是直接相连，可以代之以高通滤波器插入其间，如图 9 所示。另外，谐波发生器也不仅限于所给例子。其它非线性器件，如二极管或晶体管也可用来产生谐波。波形发生器也不仅限于产生图 8 所示的几种波形 a - h。本领域的技术人员必会用其它简单波形发生器基于检测到过零信号生成其它波形，如方波或更复杂的波形。而且，图 3 和图 5 所示的谐波发生器也可用于 EP - A 546 619 中所获电路中或甚至从这样的电路中单独取出使用。

说明书附图

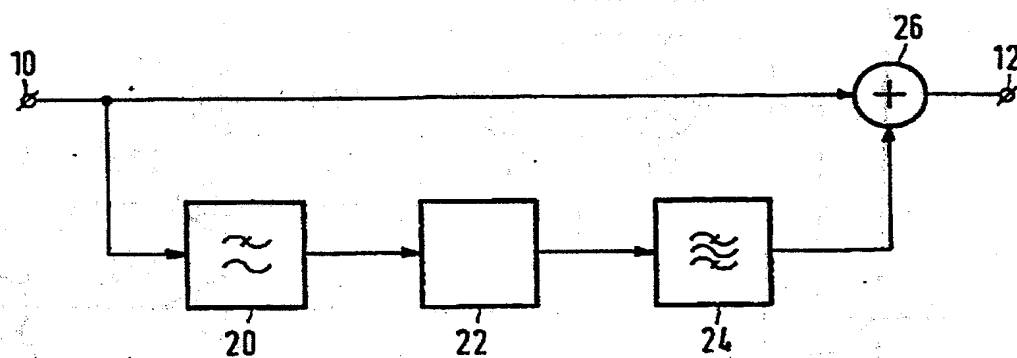


图 1

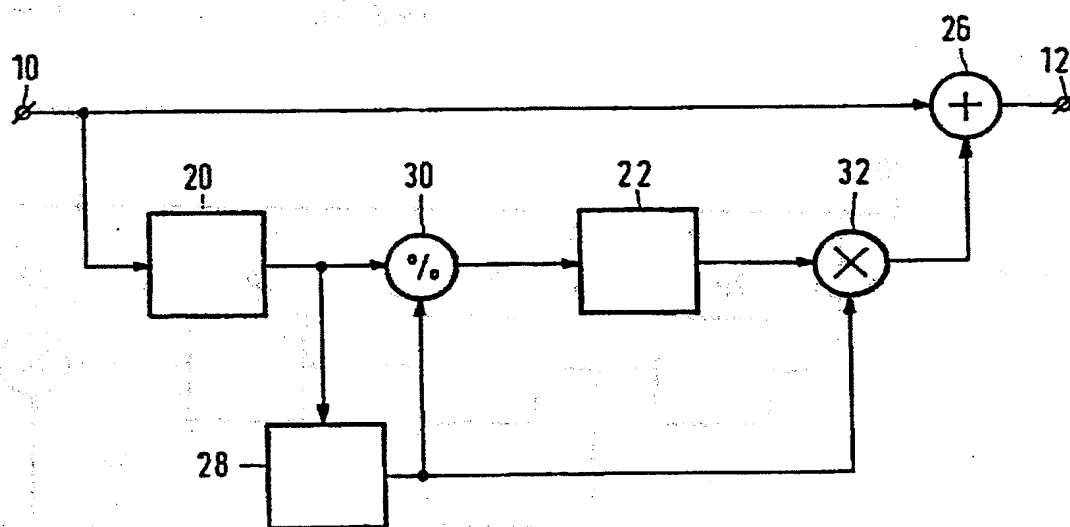


图 2

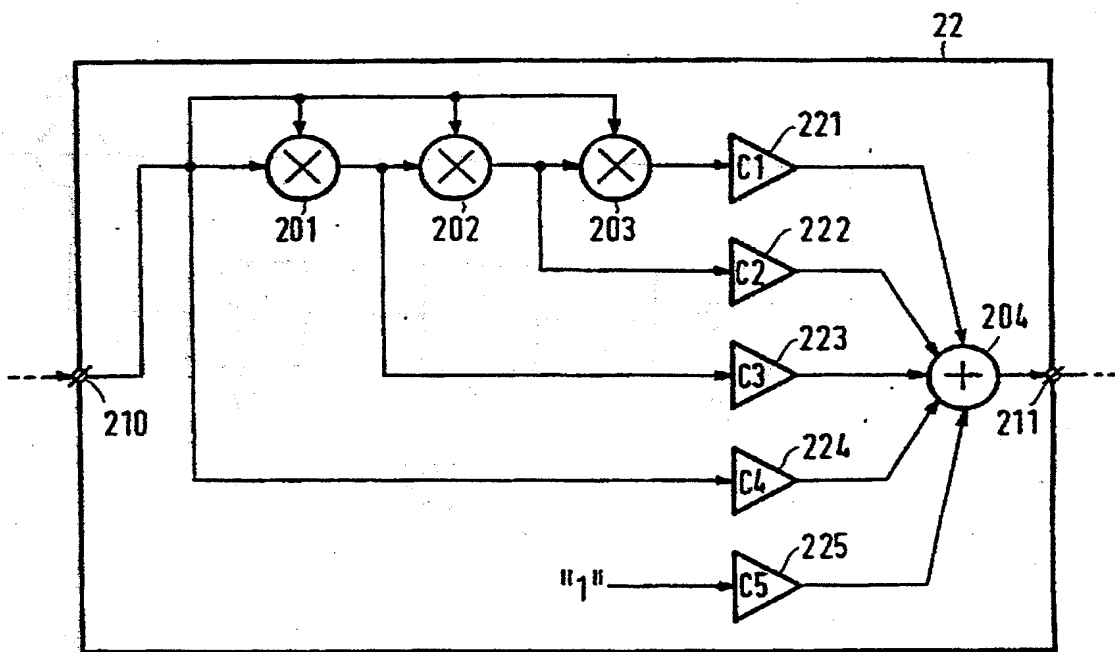


图 3

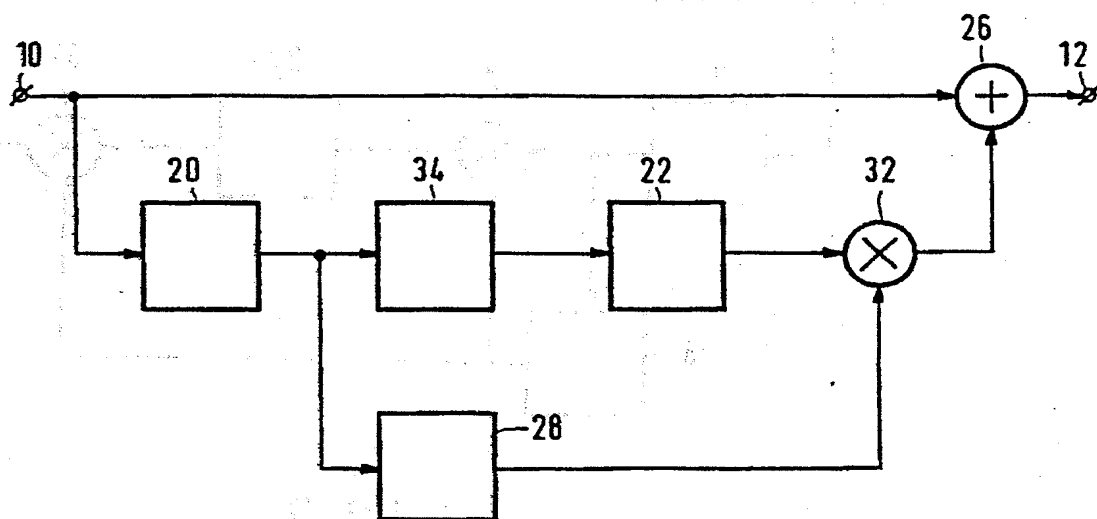


图 4

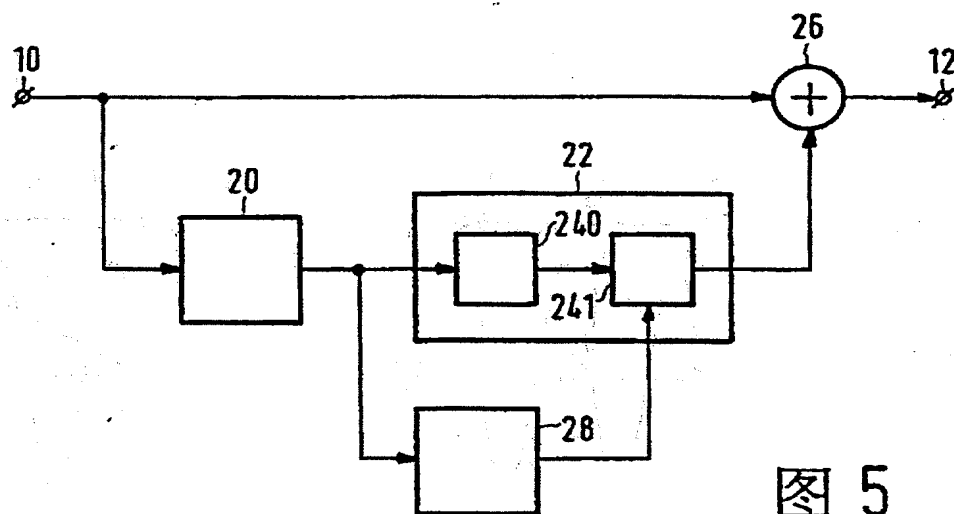


图 5

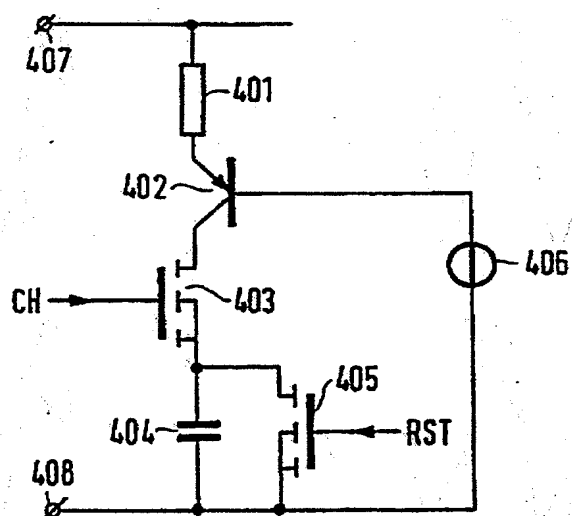


图 6

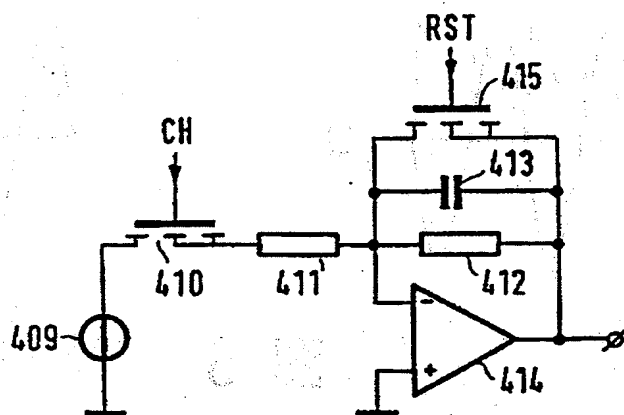
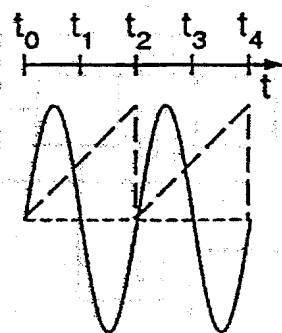
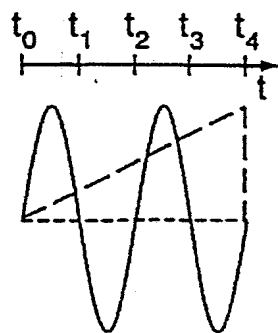


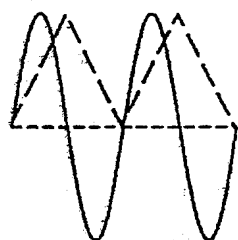
图 7



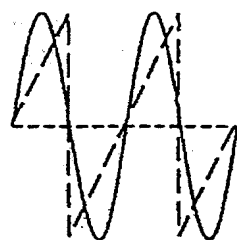
a



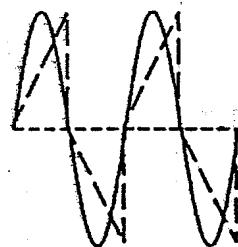
b



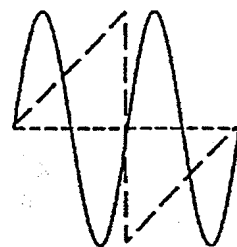
c



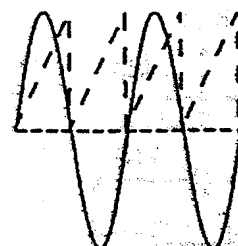
d



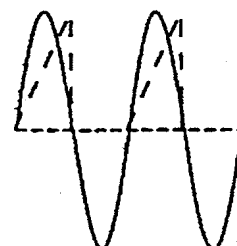
e



f



g



h

图 8

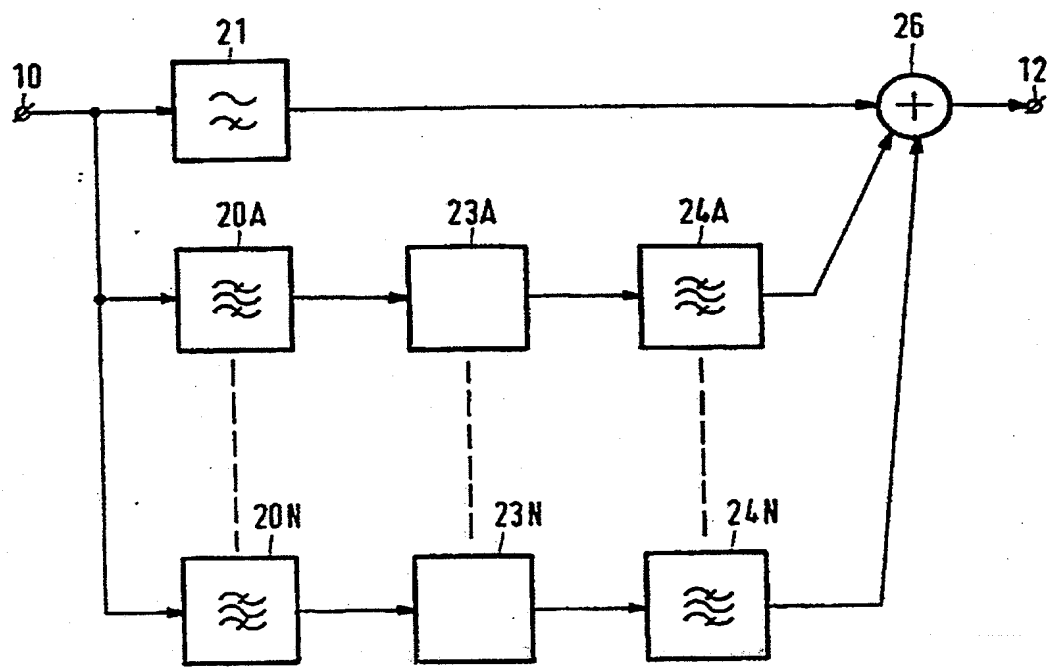


图 9

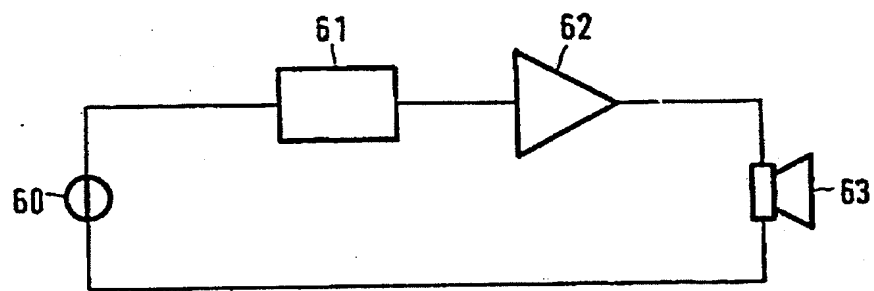


图 10